



GARIS-GARIS BESAR PROGRAM PENGAJARAN  
SATUAN ACARA PERKULIAHAN  
(SAP)

**NANO MATERIAL**  
**PAF 395/2 SKS**

***OLEH: TIM PENYUSUN***

UPT-PUSIAK-UNDIP
No. Daft: 0053/BA/FMIPA/e,
Tgl. : 15-6-2009

JURUSAN FISIKA FMIPA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2007

## GARIS-GARIS BESAR PROGRAM PERKULIAHAN (GBPP)

**Matakuliah** : **NANOMATERIAL**

**Kode Matakuliah, SKS/Smt** : PAF 395\*, 2 / VII

**Deskripsi singkat** : Nanomaterial adalah mata kuliah yang mempelajari material berstruktur nano yang meliputi sifat material nanostruktur, sintesis material nano struktur dan karakterisasi material nanostruktur serta aplikasinya

**Standar Kompetensi** : Mahasiswa akan dapat memahami dan menjelaskan pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur, memahami pentingnya nanosains dan nanoteknologi, menjelaskan sifat-sifat fisis, kimia dan mekanik nanomaterial, menjelaskan pendekatan/metode/teknik dan mekanisme pembentukan nanostruktur/nanomaterial, dapat menyebutkan teknik-teknik karakterisasi nanomaterial serta dapat memberikan contoh aplikasi nanomaterial.

**Prasyarat** : PAF 121, PAF 214, PAF 225, PAF 391, PAF 392, PAF 301, PAF 302, dan PAF 303

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Referensi
1	2	3	4	5	6	7
1.	Mahasiswa dapat <ul style="list-style-type: none"> <li>memahami dan menjelaskan pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur,</li> <li>memahami dan menyebutkan sifat-sifat nanomaterial yang bergantung pada ukuran</li> <li>menyebutkan beberapa aplikasi nanomaterial.</li> </ul>	1. Pengenalan Nanosains dan Nanoteknologi	1.1 Pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur 1.2 Sifat-sifat nanomaterial 1.3 Aplikasi nanomaterial	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1][2]
2.	Mahasiswa dapat <ul style="list-style-type: none"> <li>memahami dan menjelaskan pengertian energi permukaan dan potensial kimia atom,</li> <li>menjelaskan mengenai rapat muatan permukaan padatan dalam medium cair, potensial atraktif Van der Waals partikel berukuran <math>&lt; \mu\text{m}</math> dalam pelarut, teori interaksi dua partikel dalam suspensi/DLVO (Derjaguin, Landau, Verwey and Overbeek).</li> </ul>	2. Kimia Fisika Permukaan Padatan	2.1 Energi permukaan dan potensial kimia 2.2 Rapat muatan permukaan 2.3 Potensial atraktif Van der Waals 2.4 Interaksi antara dua partikel/ teori DLVO	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1][2]
3.	Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan	3. Sifat-sifat material	3.1 Sifat kimia: reaktivitas	4 x 50	Ceramah,	[1][2]

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Referensi
1	2	3	4	5	6	7
	pengaruh ukuran ( <i>size effect</i> ) terhadap beberapa sifat nanomaterial, dapat menjelaskan pengaruh skala nano terhadap reaktivitas kimia, elektrokimia dan transport massa material, dapat menjelaskan hubungan <i>yield stress</i> terhadap ukuran bulir ( <i>Hall-Petch equation</i> ), dapat menjelaskan sifat <i>superplasticity</i> , sifat listrik, optik dan titik leleh serta konstanta kisi	nanostruktur	kimia, reaktivitas elektrokimia, transport massa 3.2 Sifat mekanik: <i>yield strength, superplasticity</i> 3.3 Sifat listrik/transport elektron 3.4 Sifat optik 3.5 Titik leleh dan konstanta kisi		diskusi, tugas	
4.	Mahasiswa dapat menjelaskan pendekatan/teknik yang digunakan untuk memperoleh material nanostruktur, dapat menjelaskan sintesis nanopartikel, nanorod, nanowire dan film tipis.	4. Sintesis material nanostruktur	4.1 Sintesis nanostruktur dimensi nol (nanopartikel) 4.2 Sintesis nanostruktur dimensi satu: <i>nanowires</i> dan <i>nanorods</i> 4.3 Sintesis nanostruktur dimensi dua: film tipis	4 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1][2]
5.	mahasiswa akan dapat menyebutkan beberapa teknik karakterisasi material nanostruktur, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik karakterisasi sifat struktur dan sifat kimia, dapat menentukan sifat struktur dan kimia serta menganalisis sifat struktur dan kimia hasil karakterisasi.	5. Karakterisasi material nanostruktur	5.1 Sifat struktur 5.2 Sifat kimia	6 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1][2]

**Referensi:**

- [1] Cao, G., *Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*, Imperial College Press, London, 2004.  
 [2] Edelstein, A. S., and Cammarata, R. C., *Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*, Institut of Physics Publishing, London, 2002.

# SATUAN ACARA PENGAJARAN

**MATA KULIAH : NANOMATERIAL**

**KODE: SKS : 2**

**PERTEMUAN KE : 1**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

## **A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

### **1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai nanomaterial, mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur, memahami pentingnya nanosains dan nanoteknologi, menjelaskan sifat-sifat fisis, kimia dan mekanik nanomaterial, menjelaskan pendekatan/metode dan mekanisme pembentukan nanostruktur/nanomaterial, dapat menyebutkan teknik-teknik karakterisasi nanomaterial serta dapat memberikan contoh aplikasi nanomaterial.

### **2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai pengenalan nanosains dan nanoteknologi, mahasiswa dapat menjelaskan pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur, menyebutkan dan menjelaskan contoh material nanostruktur, menyebutkan sifat-sifat nanomaterial yang bergantung pada ukuran serta dapat menyebutkan beberapa aplikasi nanomaterial.

## **B. POKOK BAHASAN: Pengenalan Nanosains dan Nanoteknologi**

### C. SUB POKOK BAHASAN:

1. Pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur
2. Sifat-sifat nanomaterial
3. Aplikasi nanomaterial

### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap <i>1</i>	Kegiatan Dosen <i>2</i>	Kegiatan Mahasiswa <i>3</i>	Alat <i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah nanomaterial.</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari nanosains dan nanoteknologi.</li><li>♦ Menjelaskan system penilaian akhir dari mata kuliah.</li></ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	♦ Menjelaskan pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur.	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	♦ Menjelaskan material nanostruktur, seperti nanopartikel, <i>nanorod</i> , <i>nanoribbon</i> , <i>nanotube</i> dan <i>nanoporous</i> .	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	♦ Menjelaskan sifat-sifat nanomaterial yang bergantung pada ukuran.	Mmperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
	♦ Menjelaskan beberapa aplikasi nanomaterial dalam divais elektronik, kedokteran, farmasi dan lingkungan.	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD

Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	
---------	---	--	--

E. **EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

F. **REFERENSI** :

Cao, G., *Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*, Imperial College Press, London, 2004.

Edelstein, A. S., and Cammarata, R. C., *Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*, Institut of Physics Publishing, London, 2002.

**PERTEMUAN KE : 2**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai nanomaterial, mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian nanosains, nanoteknologi, nanomaterial dan nanostruktur, memahami pentingnya nanosains dan nanoteknologi, menjelaskan sifat-sifat fisis, kimia dan mekanik nanomaterial, menjelaskan pendekatan/metode dan mekanisme pembentukan nanostruktur/nanomaterial, dapat menyebutkan teknik-teknik karakterisasi nanomaterial serta dapat memberikan contoh aplikasi nanomaterial.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai kimia fisika permukaan padatan, mahasiswa dapat menjelaskan pengertian energi permukaan dan potensial kimia atom, menghitung dan

mengestimasi energi permukaan berbagai bidang kristal, dapat menjelaskan mengenai rapat muatan permukaan padatan dalam medium cair, potensial atraktif Van der Waals partikel berukuran  $< \mu\text{m}$  dalam pelarut, teori interaksi dua partikel dalam suspensi/DLVO (Derjaguin, Landau, Verwey and Overbeek).

**B. POKOK BAHASAN: Kimia Fisika Permukaan Padatan**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Energi permukaan dan potensial kimia
2. Rapat muatan permukaan
3. Potensial atraktif Van der Waals
4. Interaksi antara dua partikel/ teori DLVO

**D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:**

Tahap <i>1</i>	Kegiatan Dosen <i>2</i>	Kegiatan Mahasiswa <i>3</i>	Alat <i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah kimia fisika permukaan padatan.</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari kimia fisika permukaan padatan dalam nanomaterial.</li> </ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP

Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan pengertian energi permukaan atom pada permukaan padatan.</li> <li>♦ Memberikan persamaan energi permukaan atom.</li> </ul>	Memperhatikan, menghitung dan mengestimasi energi permukaan atom pada struktur kristal fcc	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan material nanostruktur, seperti nanopartikel, <i>nanorod</i>, <i>nanoribbon</i>, <i>nanotube</i> dan <i>nanoporous</i>.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan sifat-sifat nanomaterial yang bergantung pada ukuran.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan beberapa aplikasi nanomaterial dalam divais elektronik, kedokteran, farmasi dan lingkungan.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. **EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

F. **REFERENSI** :

Cao, G., *Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*, Imperial College Press, London, 2004.

Edelstein, A. S., and Cammarata, R. C., *Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*, Institut of Physics Publishing, London, 2002.



**POKOK BAHASAN: Vektor dan Transformasi system koordinat.**

**SUB POKOK BAHASAN: Transformasi koordinat**

**KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:**

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Dosen</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Alat</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan secara singkat materi terakhir, tanya jawab	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan posisi suatu titik jika ditinjau dari dua system koordinat yang berbeda.</li> </ul>	Mendengarkan, Tanya jawab	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merumuskan hubungan antara system koordinat <math>X</math> dengan <math>X'</math> serta cosinus sudut diantara <math>X</math> dan <math>X'</math>.</li> </ul>	Mendengarkan, Tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merumuskan sebuah matrik transformasi atau matrik rotasi dan nilai determinannya.</li> <li>Merumuskan kondisi orthogonalitas yang berhubungan dengan delta kronecker.</li> </ul>	Mendengarkan, Tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merumuskan koordinat transformasi umum dalam bentuk persamaan linier yang harus sesuai dengan hukum-hukum matrik secara umum.</li> </ul>	Mendengarkan, Tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merangkum subpokok bahasan Transformasi koordinat.</li> <li>Kuis</li> <li>Memberikan pekerjaan Rumah tentang vector dan transformasi koordinat..</li> </ul>		

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas

REFERENSI: Arya, Atam P., *Introduction to Classical Mechanics*, A Simon & Schuster Company Englewood Cliffs,  
New Jersey 07632, 1990  
Simon, K.R., *Mechanics*, Addison Wesley, 1971

# SATUAN ACARA PENGAJARAN

MATA KULIAH : TEKNOLOGI LAPISAN TIPIS

KODE: PAF 393\* SKS : 2

PERTEMUAN KE : 1

WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit

## A. TUJUAN INTRUKSIONAL:

### 1. Umum:

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

### 2. Khusus:

Setelah mengikuti kuliah mengenai pengenalan teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan tahapan-tahapan proses penumbuhan lapisan tipis secara umum, dapat menyebutkan teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan perbedaan teknik *physical vapor deposition* (PVD) dan *chemical vapor deposition* (CVD) serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

## B. POKOK BAHASAN: Pengenalan Teknologi Lapisan Tipis

### C. SUB POKOK BAHASAN:

1. Proses penumbuhan lapisan tipis
2. Teknik penumbuhan lapisan tipis
3. Aplikasi teknologi lapisan tipis

### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap		Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah teknologi lapisan tipis.</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari teknologi lapisan tipis.</li><li>♦ Menjelaskan system penilaian akhir dari mata kuliah.</li></ul>		Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan tahapan-tahapan peroses penumbuhan lapisan tipis.</li></ul>		Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan teknik <i>physical vapor deposition</i> (PVD) dan <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li></ul>		Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.</li></ul>		Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Memberikan rangkuman.</li><li>♦ Memberikan tugas.</li><li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li></ul>		Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. EVALUASI : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

## **F. REFERENSI :**

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 2**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

### **A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

#### **1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

#### **2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai pengenalan teknologi vakum, mahasiswa akan dapat menjelaskan kinetika gas dalam sistem vakum, dapat menjelaskan transport gas dalam sistem vakum, menjelaskan dan menyebutkan jenis-jenis pompa vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis.

### **B. POKOK BAHASAN: Teknologi vakum**

### **C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Kinetika gas
2. Transport gas
3. Jenis-jenis pompa vakum

#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap		Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1		2	3	4
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah teknologi vakum.</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari teknologi vakum.</li></ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi		<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan diagram fase uap, cair, gas dan padat.</li><li>♦ Memberikan pengertian jalan bebas rata-rata.</li><li>♦ Menjelaskan persamaan Knudsen dan bilangan Knudsen.</li><li>♦ Menjelaskan dan merumuskan fluks gas yang mengenai suatu permukaan padat.</li></ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
		<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan sifat transport gas.</li><li>♦ Mengklasifikasikan dan menjelaskan jenis aliran gas: <i>molecular flow</i>, <i>intermediate flow</i> dan <i>viscous flow</i>.</li></ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
		<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menyebutkan dan menjelaskan jenis-jenis pompa vakum, diantaranya: rotary pump, diffusion pump dan turbomolecular pump.</li></ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup		<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Memberikan rangkuman.</li><li>♦ Memberikan tugas.</li><li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li></ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. EVALUASI : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

#### F. REFERENSI :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.

Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 3**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai proses evaporasi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan termodinamika evaporasi, dapat menjelaskan laju evaporasi, dapat menjelaskan persamaan Clausius-Clapyeron, dapat menggambarkan dan menjelaskan geometri evaporasi lapisan tipis dari sumber berbentuk titik dan berbentuk permukaan, dapat menjelaskan uniformitas dan kemurnian lapisan tipis yang terbentuk dengan teknik evaporasi serta memberikan contoh aplikasi evaporasi lapisan tipis.

**B. POKOK BAHASAN: Proses Evaporasi Lapisan Tipis**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Termodinamika evaporasi
2. Geometri sistem evaporasi
3. Aplikasi evaporasi lapisan tipis *compound* dan *alloy*

#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah proses evaporasi lapisan tipis.</li> <li>Menjelaskan pentingnya mempelajari proses evaporasi lapisan tipis.</li> </ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan teknik evaporasi lapisan tipis</li> <li>Menjelaskan dan merumuskan laju evaporasi</li> <li>Menjelaskan hubungan antara temperatur dan tekanan uap (persamaan Clausius-Clapyeron).</li> </ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan dan merumuskan jumlah massa yang terdeposisi persatuan luas dari sumber evaporan berbentuk titik dan berbentuk permukaan.</li> <li>Menjelaskan uniformitas ketebalan lapisan tipis.</li> <li>Menjelaskan faktor geometri (jarak substrat ke sumber evaporan) yang menentukan uniformitas ketebalan lapisan tipis.</li> <li>Menjelaskan faktor-faktor yang menentukan kemurnian lapisan tipis.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan contoh aplikasi evaporasi lapisan tipis <i>compound</i> dan <i>alloy</i>.</li> <li></li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan rangkuman.</li> <li>Memberikan tugas.</li> <li>Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	



**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.

Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE** : 4

**WAKTU PERTEMUAN** : 2 × 50 menit

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai glow-discharge dan plasma, mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian/definisi/kriteria plasma, dapat menjelaskan mekanisme pembentukan plasma, dapat menjelaskan persamaan Townsend dan kaidah Paschen's, dapat menjelaskan dan merumuskan gerak partikel-partikel plasma, dapat menjelaskan hubungan panjang Debye dan electrode sheath, dapat menjelaskan proses tumbukan partikel-partikel plasma, dapat menjelaskan fungsi transfer energi dalam tumbukan partikel-partikel plasma serta menjelaskan reaksi kimia dalam plasma.

**B. POKOK BAHASAN: *Glow-Discharge Plasma***

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Dasar-dasar fisika plasma
2. Tumbukan partikel-partikel plasma
3. Reaksi kimia dalam plasma

**D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:**

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah <i>glow-discharge plasma</i>.</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari <i>glow-discharge plasma</i> dalam proses deposisi lapisan tipis menggunakan teknik <i>physical vapor deposition</i> (PVD).</li></ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan definisi dan kriteria plasma.</li><li>♦ Menjelaskan mekanisme pembentukan plasma.</li><li>♦ Menjelaskan persamaan Townsend mengenai arus discharge.</li><li>♦ Menjelaskan kaidah Paschen's mengenai tegangan breakdown kritis.</li><li>♦ Menjelaskan dan merumuskan gerak dari partikel-partikel plasma (elektron, ion).</li><li>♦ Menjelaskan panjang Debye dan <i>electrode sheat</i> serta hubungan antara keduanya.</li></ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD

	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan proses tumbukan partikel-partikel plasma (elastik dan inelastik).</li> <li>♦ Merumuskan dan menjelaskan fungsi transfer energi pada proses tumbukan partikel-partikel plasma.</li> <li>♦ Merumuskan cross-section tumbukan partikel-partikel plasma.</li> <li>♦ Menjelaskan reaksi kimia dalam plasma.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.

Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE** : 5

**WAKTU PERTEMUAN** : 2 × 50 menit

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat

menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan tekni-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknik *sputtering*, mahasiswa akan dapat menyebutkan dan menjelaskan jenis-jenis teknik *sputtering*, dapat menjelaskan definisi *sputtering yields*, dapat menyebutkan dan menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi *sputtering yields*, dapat menjelaskan tiga daerah energi dalam proses *sputtering*, dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju deposisi DC *sputtering*, dapat menjelaskan pengaruh ukuran elektroda dalam proses deposisi AC/RF *sputtering* serta dapat menggambarkan dan menjelaskan skema DC, AC/RF dan *magnetron sputtering*.

**B. POKOK BAHASAN: *Sputtering***

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. DC *sputtering*
2. RF/AC *sputtering*
3. Magnetron *sputtering*

**D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:**

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah <i>sputtering</i>.</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari teknik <i>sputtering</i>.</li> </ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP

Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik <i>sputtering</i> lapisan tipis.</li> <li>♦ Menyebutkan dan menjelaskan jenis-jenis teknik <i>sputtering</i>, diantaranya: DC, AC, RF dan <i>magnetron sputtering</i>.</li> <li>♦ Menjelaskan definisi <i>sputtering yields</i>.</li> <li>♦ Menjelaskan faktor-faktor yang menentukan <i>sputtering yields</i>.</li> <li>♦ Menjelaskan daerah energi dalam proses <i>sputtering</i>, yaitu: <i>single knock-on (low energy)</i>, <i>linier cascade</i> dan <i>spike (high energy)</i>.</li> </ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju deposisi DC <i>sputtering</i>.</li> <li>♦ Merumuskan laju deposisi DC <i>sputtering</i>.</li> <li>♦ Menjelaskan pengaruh ukuran elektroda pada proses penumbuhan lapisan tipis menggunakan AC/RF <i>sputtering</i>.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menggambarkan dan menjelaskan skema DC, AC/RF dan <i>magnetron sputtering</i>.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
 Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 6**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai *chemical vapor deposition* (CVD), mahasiswa akan dapat menjelaskan teknik CVD, dapat menyebutkan jenis-jenis teknik CVD, dapat menjelaskan tahapan proses dasar dalam teknik CVD, dapat menyebutkan dan menjelaskan jenis reaksi yang digunakan dalam CVD, dapat menjelaskan transport gas dalam CVD, menjelaskan faktor-faktor yang menentukan kinetika penumbuhan dalam CVD, dapat menjelaskan laju penumbuhan dalam CVD serta dapat menjelaskan kebergantungan laju penumbuhan terhadap temperatur.

**B. POKOK BAHASAN: *Chemical vapor deposition* (CVD)**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Jenis-jenis reaksi dalam teknik *chemical vapor deposition* (CVD)
2. Transport gas dalam CVD
3. Kinetika penumbuhan lapisan tipis menggunakan teknik CVD

#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap		Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1		2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li> </ul>		Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan tahapan-tahapan dasar proses CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan jenis-jenis reaksi yang digunakan dalam CVD.</li> </ul>		Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan sifat transport gas.</li> <li>♦ Mengklasifikasikan dan menjelaskan jenis aliran gas: <i>viscous flow</i>, difusi dan konveksi.</li> </ul>		Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan factor-faktor yang menentukan kinetika penumbuhan lapisan tipis menggunakan teknik CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju penumbuhan axial</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju penumbuhan radial</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan kebergantungan laju penumbuhan terhadap temperatur.</li> </ul>		Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>		Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. EVALUASI : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

F. REFERENSI :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
 Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 7**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai *chemical vapor deposition* (CVD), mahasiswa akan dapat menjelaskan teknik deposisi *Atmospheric-Pressure CVD* (APCVD), *Low-Pressure CVD* (LPCVD) serta dapat menggambarkan skema reaktornya.

**B. POKOK BAHASAN: *Chemical vapor deposition* (CVD)**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. *Atmospheric-Pressure CVD* (APCVD)
2. *Low-Pressure CVD* (LPCVD)



#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li> </ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik deposisi <i>Atmospheric-Pressure</i> CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan menggambarkan skema reaktor <i>Atmospheric-Pressure</i> CVD.</li> </ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik deposisi <i>Low-Pressure</i> CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan menggambarkan skema reaktor <i>Low-Pressure</i> CVD.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. EVALUASI : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

#### F. REFERENSI :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
 Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 8**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai *chemical vapor deposition* (CVD), mahasiswa akan dapat menjelaskan teknik deposisi *Metalorganic CVD* (MOCVD) dan *Plasma-enhanced CVD* (PECVD) serta dapat menggambarkan skema reaktornya.

**B. POKOK BAHASAN: *Chemical vapor deposition* (CVD)**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. *Metalorganic CVD* (MOCVD)
2. *Plasma-enhanced CVD* (PECVD)

#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari <i>chemical vapor deposition</i> (CVD).</li> </ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik deposisi <i>Atmospheric-Pressure</i> CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan menggambarkan skema reaktor <i>Atmospheric-Pressure</i> CVD.</li> </ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik deposisi <i>Low-Pressure</i> CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan menggambarkan skema reaktor <i>Low-Pressure</i> CVD.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik deposisi <i>Metalorganic</i> CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan menggambarkan skema reaktor <i>Metalorganic</i> CVD.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik deposisi <i>Plasma-enhanced</i> CVD.</li> <li>♦ Menjelaskan dan menggambarkan skema reaktor <i>Plasma-enhanced</i> CVD.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE** : 9

**WAKTU PERTEMUAN** : 2 × 50 menit

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai nukleasi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan model-model dasar penumbuhan lapisan tipis, adsorpsi pada permukaan zat padat, dapat menjelaskan hubungan potensial interaksi terhadap jarak adsorbat, dapat menjelaskan laju *surface coverage* dan persamaan Langmuir isotherm, dapat menjelaskan pengertian energi permukaan dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat mengklasifikasikan model-model penumbuhan berdasarkan energi permukaan serta dapat menjelaskan nukleasi pada temperatur substrat dan laju deposisi.

**B. POKOK BAHASAN:** Nukleasi lapisan tipis

### C. SUB POKOK BAHASAN:

1. Adsorpsi pada permukaan zat padat
2. Aspek termodinamika nukleasi

### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap <i>1</i>	Kegiatan Dosen <i>2</i>	Kegiatan Mahasiswa <i>3</i>	Alat <i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah nukleasi lapisan tipis.</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari nukleasi lapisan tipis.</li></ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan model-model dasar penumbuhan lapisan tipis, meliputi: <i>island</i> (Volmer-Weber), <i>layer</i> (Frank-Van der Merwe), Stranski-Krastanov.</li><li>♦ Menjelaskan reaksi adsorpsi pada permukaan zat padat (<i>physisorption</i> dan <i>chemisorption</i>).</li><li>♦ Menggambarkan dan menjelaskan hubungan potensial interaksi terhadap jarak adsorbat dan permukaan zat padat.</li><li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju <i>surface coverage</i>.</li><li>♦ Menjelaskan persamaan Langmuir isotherm.</li></ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan definisi energi permukaan.</li><li>♦ Menjelaskan teori kapilaritas nukleasi heterogen.</li><li>♦ Menklasifikasikan model penumbuhan lapisan tipis berdasarkan energi permukaannya.</li><li>♦ Menjelaskan kebergantungan nukleasi pada temperatur substrat dan laju deposisi.</li></ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD

Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	
---------	---	--	--

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.

Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE** : 10

**WAKTU PERTEMUAN** : 2 × 50 menit

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai nukleasi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan mengenai adsorpsi, dapat menjelaskan pengertian lama waktu residen adatom pada permukaan, dapat menjelaskan laju nukleasi, dapat menjelaskan model atomistik nukleasi dan menjelaskan laju nukleasinya, dapat menjelaskan model kinetika nukleasi dan laju nukleasinya, dapat menjelaskan

kriteria koalesen dan penumbuhan inti, dapat menjelaskan transport massa dalam fenomena koalesen serta dapat menjelaskan dan mengklasifikasikan fenomena koalesen.

**B. POKOK BAHASAN: Nukleasi lapisan tipis**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Laju nukleasi
2. Model atomistik laju nukleasi
3. Model kinetik nukleasi
4. Deplesi dan koalesen kluster

**D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:**

Tahap		Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah proses kinetika dalam nukleasi dan penumbuhan lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari proses kinetika dalam nukleasi dan penumbuhan lapisan tipis.</li> </ul>		Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan lama waktu adatom berada pada permukaan substrat.</li> <li>♦ Menjelaskan rapat keadaan nukleasi total.</li> <li>♦ Menjelaskan jarak difusi dan koefisien difusi adatom pada permukaan substrat.</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju nukleasi.</li> </ul>		Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD

	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan model atomistik nukleasi.</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju nukleasi berdasarkan model atomistik.</li> <li>♦ Memberikan contoh aplikasi model atomistik nukleasi.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan model kinetika nukleasi.</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju nukleasi berdasarkan model kinetika.</li> <li>♦ Menggambarkan dan menjelaskan skema kebergantungan nukleasi terhadap temperatur dalam model kinetika.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan kriteria koalesen dan penumbuhan inti.</li> <li>♦ Menjelaskan mekanisme transport massa dalam fenomena koalesen.</li> <li>♦ Menjelaskan dan mengklasifikasikan koalesen yang meliputi: Ostwald ripening, sintering dan migrasi kluster.</li> <li>♦ Menjelaskan kinetika sintering.</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan kebergantungan ukuran butir pada laju penumbuhan dan laju nukleasi.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
 Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.



**PERTEMUAN KE : 11**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai struktur lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan model-model zona struktur lapisan tipis, dapat menjelaskan proses pertumbuhan bulir, dapat menjelaskan batas energi yang menentukan evolusi mikrostruktur lapisan tipis serta dapat menjelaskan keadaan bulir stabil.

**B. POKOK BAHASAN: Struktur Lapisan Tipis**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Struktur morfologi lapisan tipis
2. Pertumbuhan bulir, tekstur dan mikrostruktur lapisan tipis

## D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap		Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1		2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah struktur lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari struktur lapisan tipis.</li> </ul>		Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan model-model zona struktur lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan pengaruh temperatur substrat terhadap struktur lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan model zona struktur untuk lapisan tipis evaporasi.</li> <li>♦ Menjelaskan model zona struktur untuk lapisan tipis sputtering.</li> </ul>		Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan pertumbuhan bulir dalam lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan dan merumuskan laju pertumbuhan bulir dalam lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan batas energi yang menentukan evolusi mikrostruktur lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan kestabilan bulir.</li> </ul>		Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>		Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. **EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

F. **REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
 Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 12**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai karakterisasi ketebalan lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan metode optik dan metode mekanik untuk menentukan ketebalan lapisan tipis serta dapat menentukan ketebalan lapisan tipis dari hasil karakterisasi menggunakan metode optik dan metode mekanik.

**B. POKOK BAHASAN: Karakterisasi Lapisan tipis: Ketebalan lapisan tipis**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. Metode optik: interferometri dan elipsometri
2. Metode mekanik: profilometri dan *quartz crystal microbalance*

#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah karakterisasi ketebalan lapisan tipis</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari karakterisasi ketebalan lapisan tipis.</li></ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan kebergantungan sifat-sifat lapisan tipis pada ketebalannya.</li><li>♦ Menjelaskan metode optik untuk menentukan ketebalan lapisan tipis, diantaranya: interferometri dan elipsometri.</li><li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh penentuan ketebalan lapisan tipis menggunakan metode optik.</li></ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan metode mekanik untuk menentukan ketebalan lapisan tipis: profilometri dan <i>quart crystal microbalance</i>.</li><li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh penentuan ketebalan lapisan tipis menggunakan metode mekanik.</li></ul>	Mendengarkan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Memberikan rangkuman.</li><li>♦ Memberikan tugas.</li><li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li></ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

E. EVALUASI : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

#### F. REFERENSI :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.  
Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE : 13**

**WAKTU PERTEMUAN : 2 × 50 menit**

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan tekni-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai karakterisasi struktur dan permukaan lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan teknik karakterisasi *Scanning electron microscopy* (SEM), *Transmission electron microscopy* (TEM) dan *X-ray diffraction* (XRD) serta dapat menentukan sifat struktur dan menganalisis data hasil karakterisasi SEM, TEM dan XRD.

**B. POKOK BAHASAN: Karakterisasi Lapisan tipis: Struktur dan permukaan**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. *Scanning electron microscopy* (SEM)
2. *Transmission electron microscopy* (TEM)
3. *X-ray diffraction* (XRD)

#### D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah karakterisasi struktur dan permukaan lapisan tipis.</li> <li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari struktur dan permukaan lapisan tipis.</li> </ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik karakterisasi <i>Scanning electron microscopy</i> (SEM).</li> <li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan SEM untuk menganalisis morfologi, topografi serta estimasi ukuran bulir.</li> </ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik karakterisasi <i>Transmission electron microscopy</i> (TEM).</li> <li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh hasil karakterisasi TEM.</li> </ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Menjelaskan teknik karakterisasi <i>X-ray diffraction</i> (XRD).</li> <li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan teknik XRD untuk menentukan struktur kristal meliputi konstanta kisi, orientasi kristal, cacat, stress/strain, dan estimasi ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer's.</li> </ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.

Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.

**PERTEMUAN KE** : 14

**WAKTU PERTEMUAN** : 2 × 50 menit

**A. TUJUAN INTRUKSIONAL:**

**1. Umum:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai teknologi lapisan tipis, mahasiswa akan dapat menjelaskan proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan sistem vakum dalam proses penumbuhan lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik penumbuhan lapisan tipis, dapat menjelaskan struktur lapisan tipis, dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi lapisan tipis serta dapat memberikan contoh aplikasi teknologi lapisan tipis.

**2. Khusus:**

Setelah mengikuti kuliah mengenai karakterisasi komposisi kimia, mahasiswa dapat menyebutkan dan menjelaskan teknik-teknik karakterisasi sifat kimia, dapat menjelaskan kegunaan teknik karakterisasi *X-ray energy dispersive analysis* (EDX), *Auger electron spectroscopy* (AES) dan *X-ray photoelectron spectroscopy* (XPS), dalam menganalisis sifat kimia material nanostruktur, dapat menganalisis data hasil karakterisasi EDX, AES dan XPS serta dapat menjelaskan perbedaan teknik karakterisasi EDX, AES dan XPS.

**B. POKOK BAHASAN: Karakterisasi Lapisan Tipis: Komposisi kimia**

**C. SUB POKOK BAHASAN:**

1. *X-ray energy dispersive analysis* (EDX)
2. *Auger electron spectroscopy* (AES)
3. *X-ray photoelectron spectroscopy* (XPS)

**D. KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:**

Tahap <i>1</i>	Kegiatan Dosen <i>2</i>	Kegiatan Mahasiswa <i>3</i>	Alat <i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan cakupan dan gambaran umum materi kuliah karakterisasi komposisi kimia lapisan tipis.</li><li>♦ Menjelaskan pentingnya mempelajari karakterisasi komposisi kimia.</li></ul>	Memperhatikan	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan teknik karakterisasi <i>X-ray energy dispersive analysis</i> (EDX).</li><li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh analisis kuantitatif komposisi kimia menggunakan teknik EDX.</li></ul>	Memperhatikan, bertanya	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan teknik karakterisasi <i>Auger electron spectroscopy</i> (AES).</li><li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh analisis komposisi kimia menggunakan teknik AES.</li></ul>	Mendengarkan, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Menjelaskan teknik karakterisasi <i>X-ray photoelectron spectroscopy</i> (XPS).</li><li>♦ Menjelaskan dan memberikan contoh analisis komposisi kimia menggunakan teknik XPS.</li></ul>	Memperhatikan, tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD



Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Memberikan rangkuman.</li> <li>♦ Memberikan tugas.</li> <li>♦ Memberikan gambaran umum tentang materi perkuliahan yang akan datang.</li> </ul>	Memperhatikan, Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	
---------	---	--	--

**E. EVALUASI** : Menilai tugas yang dibuat mahasiswa.

**F. REFERENSI** :

Ohring, M., *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structure*, Academic Press, San Diego, 2002.

Smith, D. L., *Thin Film Deposition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995.